

**PAT-NO:** JP405333158A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 05333158 A  
**TITLE:** RADIATION DETECTING DEVICE  
**PUBN-DATE:** December 17, 1993

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SUZUKI, MASAYO	
KUMAGAI, HIDEKAZU	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
RIKAGAKU KENKYUSHO N/A	

**APPL-NO:** JP04137159  
**APPL-DATE:** May 28, 1992

**INT-CL (IPC):** G01T003/00 , G01T003/06

**US-CL-CURRENT:** 250/390.11

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To provide a radiation detecting device detecting neutron rays at high sensitivity and high position precision, capable of detecting X-rays, and capable of discriminating these radioactive rays.

**CONSTITUTION:** A radiation incident window 2 for introducing radioactive rays is provided at one end section of a chamber 1, and a proportional scintillation measuring window 3 for observing the proportional scintillation generated inside is provided at the other end section. A cathode 4 and an anode 5 are supported by stanchions 6 made of insulating ceramic face to face at the preset interval. The face of the cathode 4 on the anode 5 side is coated with metal powder of boron (10B) to form a boron film 7. A high-voltage power source 8 is connected to the anode 5, and the voltage of about 5kV is applied to it during its operation.

**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio

特開平5-333158

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>G 0 1 T 3/00  
3/06

識別記号

C 7204-2G  
7204-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-137159

(22)出願日 平成4年(1992)5月28日

特許法第30条第1項適用申請有り 1992年3月28日 社団法人応用物理学会発行の「1992年春季第39回応用物理学会関係講演会予稿集」に発表

(71)出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(72)発明者 鈴木 昌世

埼玉県朝霞市志々丘4-6-7-205

(72)発明者 熊谷 秀和

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
内

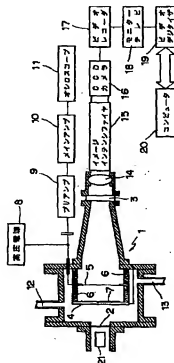
(74)代理人 弁理士 須山 佐一

## (54)【発明の名称】 放射線検出装置

## (57)【要約】

【目的】 中性子線を高感度で、かつ、高い位置精度で検出することができるとともに、X線等も検出することができ、かつ、これらの放射線を弁別可能な放射線検出装置を提供する。

【構成】 チャンバ1の一方の端部には内部に放射線を入射させるための放射線入射用窓2が、他方の端部には内部で発生したプロポーションナルシンチレーションを観測するためのプロポーションナルシンチレーション測定用窓3が設けられている。チャンバ1の内部には、陰極4と陽極5が、絶縁性のセラミックスからなる支柱6によって所定間隔を設けて対向するように支持されている。陰極4の陽極5側の面には、ホウ素(<sup>10</sup>B)の金属粉体を塗布したホウ素被膜7が形成されている。陽極5には、高圧電源8が接続されており、動作時には、約5KVの電圧が印加される。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線入射用窓およびプロポーションナルシンチレーション測定用窓を有し、内部に所定のガスが充填されたチャンバと、

前記チャンバ内に設けられ、前記放射線入射用窓から入射した中性子線を吸収してアルファ線を放出し、中性子線をアルファ線に変換する手段と、

前記チャンバ内に所定間隔を設けて配設され、前記アルファ線に基づいて前記チャンバ内にプロポーションナルシンチレーションを発生させるように所定電圧が印加された陰極および陽極とを具備したことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項2】 請求項1の放射線検出装置において、前記中性子線をアルファ線に変換する手段は、板状の支持体に<sup>10</sup>Bの粉末をアルファ線の飛程と同程度の厚さに塗布したものであることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項3】 請求項1の放射線検出装置において、前記所定のガスは、トリエチルアミンを含む混合ガスであることを特徴とする放射線検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、中性子線あるいはX線の等の放射線を検出可能な放射線検出装置に係り、特に中性子線を用いた非破壊検査等に好適な放射線検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、物体を破壊せずにその内部構造に関する知見を得る非破壊検査を行う手段として、X線、ガンマ線、中性子線等を用い、写真フィルムに放射線透過像を形成するラジオグラフィ（放射線透過写真撮影法）による方法が知られている。

【0003】ところで、X線の質量減衰係数は、X線と物質中の電子との相互作用に基づくため、原子番号の関数として緩やかな曲線で表されるが、中性子の質量減衰係数は、原子核反応に基づくため、各元素ごとに大きく変化し、著しく異なる振る舞いを示す。例えば、中性子は鉛やウラン等の重い金属をよく透過する一方、水素やホウ素等の軽い物質を透過し難い性質を持ち、X線の場合とは全く逆の傾向を示す。したがって、同一の被検体であっても、X線ラジオグラフィでは金属部分が強調された透過像が得られ、中性子ラジオグラフィでは水素含有部分が強調された透過像が得られる。

【0004】このような事情から、X線ラジオグラフィによる非破壊検査のみでなく、中性子ラジオグラフィを用いた非破壊検査が行われており、ウラン、鉛、合成樹脂をはじめ、ジェットエンジン等の複雑な構造物あるいは、岩石の多孔度、含水量の測定等にも応用されている。

【0005】しかしながら、中性子ラジオグラフィを用いた非破壊検査では、線源が限定されることも等であ

2

り、結果を得るまでに時間がかかり、実時間での検査を行うことができず、また、中性子の照射により、被検体が放射化されたり被検体が損傷を受けるという問題がある。

【0006】このため、近年では、プラスチックシンチレータとイメージンテンシファイヤーとを組み合わせて、プラスチックシンチレータで得られた光を増幅して検出するシステム等も開発されている。

## 【0007】

10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したプラスチックシンチレータとイメージンテンシファイヤーとを組み合わせたシステムにおいても、プラスチックシンチレータによって得られるシンチレーションが暗いため、あまり感度を上げることができず、また、イメージンテンシファイヤーをプラスチックシンチレータに密着させなければならないため、大形化が困難になる等の制限がある。

20 【0008】また、X線と中性子線とを同時に用いてそれぞれの透過像を得れば、被検体の内部構造をより詳細に観察することが可能となるが、このような透過像を得るためには、中性子線とX線とを同時に、かつ、これらを併列しつつ検出する必要がある。ところが、従来のシステムでは、中性子線とX線とを同時に、かつ、これらを併列しつつ検出するようなことは困難であり、このような要求を満たした放射線検出装置の開発が望まれている。

30 【0009】本発明は、かかる従来の事情に対処してなされたもので、励起状態からの発光のみを用いる従来のシンチレータに代って、電離の結果発生した電子を電場により加速し、励起状態数を増殖し、シンチレーションを増大するプロポーションナルシンチレーション（または、比例蛍光と呼ばれる。）を採用して、中性子線を高感度で、かつ、高い位置精度で検出することができるとともに、X線等も検出することができ、かつ、これらの放射線を併列可能な放射線検出装置を提供しようとするものである。

## 【0010】

40 【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の放射線検出装置は、放射線入射用窓およびプロポーションナルシンチレーション測定用窓を有し、内部に所定のガスが充填されたチャンバと、前記チャンバ内に設けられ、前記放射線入射用窓から入射した中性子線を吸収してアルファ線を放出し、中性子線をアルファ線に変換する手段と、前記チャンバ内に所定間隔を設けて配設され、前記アルファ線に基づいて前記チャンバ内にプロポーションナルシンチレーションを発生させるように所定電圧が印加された陰極および陽極とを具備したことを特徴とする。

## 【0011】

50 【作用】上記構成の本発明の放射線検出装置では、板状の支持体に<sup>10</sup>Bの粉末をアルファ（α）線の飛程（数μ

m程度)と同程度の厚さに塗布したホウ素被膜等によって中性子線を $\alpha$ 線に変換し、この $\alpha$ 線を、トリエチルアミンを含む混合ガス等が充填された電極間に入射させることにより電子雪崩を生じさせ、プロポーションナルシンチレーションを発生させる。このような発光の分布は、中性子線の強度に従うため、イメージンテンシファイヤーおよびCCDカメラ等を用いることによって、実時間で中性子透過像を得ることができる。

【0012】このとき、電子雪崩による電子の増殖作用により、強い発光を得ることができ、高感度で中性子線を検出することができる。なお、上述したように $\alpha$ 線の飛程は数 $\mu$ m程度であるので、位置の分解能も高い。

【0013】また、X線等の場合は、直接ガスを電離して光電子を発生させるので、この光電子に基づく電子雪崩により、プロポーションナルシンチレーションが発生し、中性子線の場合と同様にその透過像を得ることができる。

【0014】ここで、 $\alpha$ 粒子の場合と光電子の場合とでは発光点の広がりや輝度とに著しい違いがあり、X線と中性子とが混在している場合も画像認識の技術により両者の

判別が可能である。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施例の放射線検出装置の構成を示すものである。図面において、1は略円筒状に形成され内部を気密に閉鎖可能に構成されたチャンバであり、このチャンバ1の一方の端部には内部に放射線を入射させるための放射線入射窓2が、他方の端部には内部で発生したプロポーションナルシンチレーションを観測するためのプロポーションナルシンチレーション測定窓3が設けられている。本実施例においては、放射線入射窓2には、雲母箔にアルミニウムを蒸着させたものが装着されており、プロポーションナルシンチレーション測定窓3には、紫外光を透過可能とするため石英ガラス板が装着されている。

【0017】上記チャンバ1の内部には、陰極4と陽極5が、絶縁性のセラミックスからなる支柱6によって所定間隔を設けて対向するように支持されている。陰極4は、ジュラルミン製の円板からなり、陽極5側の面にホウ素( $^{10}\text{B}$ )の金属粉体を約 $1\text{ cm}^2$ あたり数十mgの厚み(厚さ数 $\mu\text{m}$ 程度に相当する)で塗布したホウ素被膜7が形成されている。参考までに述べれば、本実施例では、約 $1\text{ cm}^2$ あたり50mgの厚み(厚さ3 $\mu\text{m}$ 程度)のホウ素被膜を形成した。また、陽極5は、直径30mmの金メッキタングステン線を500 $\mu\text{m}$ 間隔で張ったメッシュから構成されている。これらの陰極4および陽極5の有効直径は10cmであり、間隔は6mmである。陽極5には、高圧電源8が接続されており、動作時には、約5kVの電圧が印加される。また、この陽極

5には、電荷有型のアンプ9、メインアンプ10、オシロスコープ11が接続されており、陽極5によって収集される電荷を測定できるようになっている。

【0018】また、上記チャンバ1には、内部に所定のガスを導入するためのガス導入口12とガス排気口13が設けられており、動作時には、内部に1気圧の $\text{Ar}$ (90%) +  $\text{CH}_4$ (8%) + トリエチルアミン(2%)混合ガスが充填される。

【0019】プロポーションナルシンチレーション測定窓3の外側には、紫外光用レンズ14、イメージンテンシファイヤー15、CCDカメラ16が配設されており、チャンバ1内での発光は、紫外光用レンズ14で集光され、イメージンテンシファイヤー15の光電面に焦点を結び増幅された後、CCDカメラ16によって光学像として観測されるように構成されている。この光学像は、ビデオコーダ17によって記録されるとともに、モニターテレビ18に写し出され、さらに、ビデオ信号はビデオデジタイザ19によってデジタル化され、コンピュータ20によって画像処理される。

【0020】なお、図中21は中性子源であり、非破壊検査を行う場合は、この中性子源21と陰極4との間のいずれかの部分に被検体が配置される。

【0021】上記構成の放射線検出装置では、中性子源21等からの中性子が、放射線入射窓2から入射すると、陰極4に形成されたホウ素被膜7によってこの中性子が吸収されて $\alpha$ (アルファ)粒子が放出される。図2に示すように、この $\alpha$ 粒子は、ホウ素被膜7内で大部分のエネルギーを喪失し、その終端のみが陰極4と陽極5との間の空間(希ガス比重量光飛跡検出器とされている)に入射する。 $\alpha$ 粒子の終端部分は、ここに充填されている混合ガスを電離し、生成された二次電子は、陰極4と陽極5との間に印加されている高電界によって混合ガス中に電子雪崩を生じ、電子を増殖するとともにトリエチルアミンのプロポーションナルシンチレーションを近紫外領域に誘発する。この発光が、イメージンテンシファイヤー15およびCCDカメラ16によって光学像として捕らえられる。発光の時間分布は、中性子の強度に従うため、モニターテレビ18上に実時間で中性子透過像が写し出される。

【0022】また、X線が放射線入射窓2から入射した場合は、陰極4およびホウ素被膜7を透過しても陰極4と陽極5との間の空間にX線が入射し、この混合ガスを電離する。そして、以後中性子の場合と同様にして、発光がイメージンテンシファイヤー15およびCCDカメラ16によって光学像として捕らえられる。

【0023】ここで、 $\alpha$ 粒子の場合と光電子の場合とでは発光点の広がりや輝度とに著しい違いがあり、X線と中性子とが混在している場合も画像認識の技術により両者の判別が可能である。

【0024】上記構成の放射線検出装置により、陰極4

に図3に示すようなRの字のパターンのホウ素被膜7を形成し、中性子源21として  $^{241}\text{Am} + \text{Be}$  (30mCi) を用いて実際に中性子線の測定を行った結果を図4に示す。図4中に示す各点は画面上に現れた輝点を示している。これらの輝点は、それぞれ直径数ミリの大きさで現れ、ホウ素被膜7のパターンに応じた分解能の高い画像を得ることができた。

【0025】このように、本実施例の放射線検出装置によれば、中性子線を高感度で、かつ、高い位置精度で検出することができるとともに、X線も検出することができ、かつ、これらの放射線を弁別することができ、

【0026】これにより、中性子線を用いた非破壊検査あるいは中性子線とX線を同時に用いた非破壊検査等を実時間で効率良く行うことが可能となり、より詳細な非破壊検査を短時間で行うことができる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の放射線検出装置によれば、中性子線を高感度で、かつ、高い位置精度で検出することができるとともに、X線等も検出することができ、かつ、これらの放射線を弁別することが

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

【図2】中性子検出の原理を説明するための図。

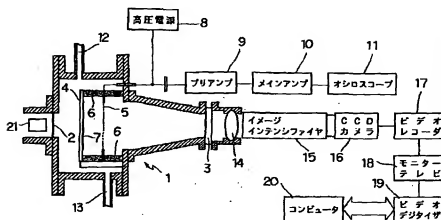
【図3】ホウ素被膜のパターンを示す図。

【図4】図3のホウ素被膜のパターンによって得られた画像を示す図。

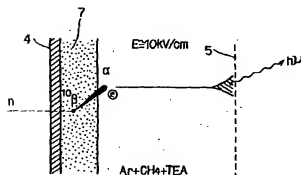
【符号の説明】

- 1 チャンバ
- 2 放射線入射窓
- 3 プロポーションナルシンチレーション測定用窓
- 4 陰極
- 5 陽極
- 6 支柱
- 7 ホウ素被膜
- 8 高圧電源
- 9 プリアンプ
- 10 メインアンプ
- 11 オシロスコープ
- 12 ガス導入口
- 13 ガス排気口
- 14 イメージインテンシファイヤ
- 15 C C D
- 16 カメラ
- 17 ビデオレコーダ
- 18 モニタレビ
- 19 ビデオデジタイザ
- 20 コンピュータ
- 21 中性子源

【図1】



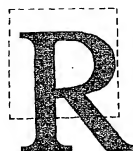
【図2】



【図3】



【図3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年10月19日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】上記構成の放射線検出装置により、陰極4に図3に示すようなRの字の 패턴のホウ素被膜7を形成し、中性子源21として $^{241}\text{Am} + \text{Be}$  (30mCi)を用いて実際に中性子線の測定を行った結果を図

4に示す。図4中に示す各点は画面上に現れた輝点を示している。これらの輝点は、それぞれ直径数ミリの大きさで現れ、ホウ素被膜7の 패턴に応じた分解能の高い画像を得ることができた。また、実時間性能を決定するため、カドミウム製のテストパターンを、原子炉からの $10^6 / \text{cm}^2 \cdot \text{秒}$ の熱中性子で照射し、その中性子画像を撮影した。この時、中性子画像により、熱中性子束を遮蔽する遮蔽屏の開閉運動を、少なくとも $1/30$ 秒の時間間隔で補足できることが確認できた。